



Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

UMA ABORDAGEM SOBRE A MANUTENIBILIDADE DE SISTEMAS DE FACHADA-CORTINA¹

JUCÁ, Tatiana Renata Pereira (1); ZANONI, Vanda Alice Garcia (2); OLIVEIRA, Janes Cleiton Alves de (3)

(1) Pontifícia Universidade Católica de Goiás, centraldedesempenho@gmail.com

(2) Universidade de Brasília, vandazanoni@unb.br

(3) Universidade Federal de Goiás, janescleiton@ufg.br

RESUMO

As fachadas das edificações são responsáveis por delimitar a envoltória vertical do edifício, garantir a segurança dos moradores, ser estanque, prover ventilação e iluminação naturais e compor esteticamente o conjunto. Na ABNT NBR 15575:2013, é o segundo sistema com a maior vida útil de projeto, com 40 anos no mínimo, ficando atrás apenas do sistema estrutural. O problema existente neste cenário é que as fachadas-cortina têm sido cada vez mais usadas em edificações residenciais e pouco se trata sobre a manutenção do sistema. O objetivo da pesquisa é levantar os estudos relacionados à manutenibilidade das fachadas-cortinas, identificando os conhecimentos já alcançados e as lacunas no tema. Este estudo revelou que no campo científico a abordagem da manutenção das fachadas-cortinas é mais voltada para o tipo rotineira, que é o tipo mais usual durante a vida útil do edifício. Essa análise permitiu identificar que os resultados alcançados pelos autores e áreas ainda carece de estudos.

Palavras-chave: Fachada-cortina. Manutenibilidade. Durabilidade. Norma de desempenho. Sistema de vedação externa.

ABSTRACT

The façades of the buildings are responsible for delimiting the vertical envelope of the building, ensuring the safety of the residents, being watertight, providing ventilation and natural lighting and aesthetically composing the ensemble. In ABNT NBR 15575: 2013, it is the second system with the longest design life, with a minimum of 40 years, behind only the structural system. The problem in this scenario is that the use of curtain walls has been increasingly used in homes and little is said about the maintenance of the system. The objective of the research is to survey studies related to the maintenance of curtain walls, identifying the knowledge already achieved and the gaps in the theme. This study revealed that in the scientific field the approach to maintenance of curtain walls is more focused on the routine type, which is the most usual type during the life of the building. This analysis allowed to identify that the results achieved by the authors and areas still need studies.

Keywords: Curtain wall façade. Maintenance. Durability. Performance standard. Glass facade.

¹ JUCÁ, Tatiana Renata Pereira; ZANONI, Vanda Alice Garcia; OLIVEIRA, Janes Cleiton Alves de. Uma abordagem sobre manutenibilidade de sistemas de fachada-cortina. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2020.

1 INTRODUÇÃO

A fachada é um sistema externo que fica exposto ao meio ambiente e às ações impostas, como vento, impactos e abrasão. Assim, estão sujeitas a deterioração, por isso a decisão pelo sistema construtivo deve considerar: as necessidades previstas em projeto; as condições ambientais da região em que será construída; a utilização do edifício; os métodos usados para a execução e disponibilidade de mão de obra, as operações de manutenção e a satisfação do cliente.

As fachadas-cortinas compõem a estética do empreendimento, sendo responsáveis por sua valorização econômica e velocidade de vendas - o que se tornam um desafio na atualidade. As fachadas em que o vidro se destaca têm sido cada vez mais usadas em edifícios residenciais pelo aspecto de modernidade e integração do ambiente externo e o interno.

Os custos de construção de fachadas convencionais estudadas por Cardoso (2016) para empreendimentos de médio padrão localizados em Salvador e um de alto padrão em São Paulo são da ordem de 15,29% e 15,79% em relação ao custo global de construção, respectivamente. Rocha (2017) avaliou em 9,36% o custo de oito fachadas de edifícios residenciais tradicionais e quando ele substituiu o sistema convencional por *light steel frame* - LSF o custo de construção foi estimado em 15,40%. Já as fachadas-cortinas representam cerca de 20% do custo total da obra, segundo Vedovello (2012).

As edificações voltadas para habitação em território brasileiro precisam, a partir de 2013, atender a um conjunto de normas nacionais de desempenho (ABNT, NBR 15575-1: 2013a), que contém 5 partes. No que tange às fachadas, tem-se especificamente a NBR 15575-4 (ABNT, 2013b): Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas, em que aborda os requisitos que as fachadas e compartimentações internas necessitam apresentar em termos de resultado para ter seu desempenho constatado. Dentre esses requisitos está a manutenibilidade, que de acordo com a NBR 15575-1 (ABNT, 2013a) é a facilidade em se manter ou recolocar um sistema, elemento ou componente no estado no qual se possa executar as funções planejadas em projeto, quando as operações de manutenção são realizadas conforme determinado em procedimentos prescritos.

As fachadas-cortinas são definidas pela NBR 10821-1 (ABNT, 2017) como esquadrias estruturadas e interligadas, com função de vedação, que formam um sistema contínuo, desenvolvendo-se no sentido da altura e/ou largura da fachada, sem interrupção, por pelo menos dois pavimentos. Esse tipo de sistema embora mais recente que as tradicionais vêm ganhando espaço não apenas nos empreendimentos comerciais, mas também nos residenciais.

O Oriel Chambers, projetado pelo arquiteto Petter Ellis e construído em 1864 na Inglaterra foi, de acordo com Araújo (2018), o primeiro empreendimento voltado para o ramo de escritórios a usar paredes de vidro e aço. Dessa época para cá a tecnologia construtiva vêm sofrendo mudanças. Os prédios estão cada vez mais altos e com formas diversas das tradicionais retas, em que as fachadas ganham destaque e protagonismo. Além disso, há ainda a necessidade de fazer a manutenção rotineira e preventiva das fachadas-cortinas já existentes.

A vida útil de projeto para sistemas de vedação vertical, de acordo com a NBR 15575-1 (ABNT, 2013a), deve estar entre 40 a 60 anos, desde que as ações de

manutenção preventivas e corretivas sejam realizadas adequadamente, atendendo à previsão do manual de uso, operação e manutenção. Do contrário, o desempenho do elemento de vedação fica comprometido, acarretando consumo energético maior, falhas de isolamento acústico, falhas de estanqueidade à água e ao ar, conforme relatado por Vedovello (2012), além de ocasionar e redução da durabilidade dos componentes.

O presente trabalho visa contribuir com o tema, apresentando um estudo exploratório sobre a manutenibilidade das fachadas-cortinas, de forma a produzir um conjunto de constatações que traduzam parte dos resultados de pesquisas já realizadas no assunto, além de identificar as barreiras e dificuldades ainda existentes.

2 METODOLOGIA

Foi realizada pesquisa exploratória de artigos científicos cujas fontes de evidência compreenderam: Web of science, Scopus e Science direct. Os termos usados na busca foram: *curtain wall*, *glass facade*, *durability* e *maintenance*. Foram eliminados da busca as palavras: *cable net* e *cable* por se tratar de uma tipologia diferente de fachada envidraçada - objeto de interesse dessa pesquisa. Foram encontrados 17 artigos dos quais 8 foram objeto de análise neste estudo.

Os artigos foram analisados para a construção de uma contextualização sobre manutenção de fachadas-cortinas e a identificação das dificuldades e lacunas existentes no campo teórico da pesquisa.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os principais aspectos identificados nos artigos relacionados ao tema em discussão são expostos na sequência de data de publicação no Quadro 1.

Quadro 1 – Resumo dos estudos que envolvem a manutenibilidade de fachada-cortina. (continua)

Newman (2004) Periódico: Proceedings of the institution of civil engineers - Structures and buildings	
Objetivos	Resultados sobre manutenibilidade
Avaliar o projeto de norma - prEN 14019 – que estava sendo desenvolvido para classificar a segurança no uso e a integridade da fachada-cortina contra impactos de seres humanos e equipamentos usados para limpeza e manutenção. Os impactos do teste foram feitos usando um impactador de pendulo de 50 kg em três sistemas de fachada-cortina com modulação de painéis diferentes.	O método do teste pareceu ser eficaz na reprodução dos riscos potenciais para a segurança, dos impactos à fachada-cortina resultante da atividade humana de uso e manutenção. As deformações ou deslocamentos permanentes medidos como resultados de impactos eram geralmente muito pequenos, menores que 1 mm. A exceção ocorreu com os painéis que recebiam o impacto central, tanto com a ação de impacto interno quanto externo, pois estes romperam.

Quadro 1 – Resumo dos estudos que envolvem a manutenibilidade de fachada-cortina. (continuação)

Waldner, R.; Sabrina Prius, G. F.; Erhorn-Kluttig, H.; Farou, I.; Duarte, R.; Blomqvist, C.; Kiossefidi, N.; Geysels, D.; Bassam Moujalled, G. G (2007) Periódico: Åke Blomsterberg, Energy and Building Design	
Objetivos	Resultados sobre manutenibilidade
Apresentar diretrizes de melhores práticas que visam oferecer informações de suporte ao projeto, escolha, implementação e gerenciamento de edifícios de escritórios com fachadas duplas com eficiência energética e bom clima interno (nova construção e reforma).	As fachadas de pele dupla tem mais duas superfícies a serem limpas do que uma fachada-cortina tradicional. As superfícies da cavidade e as entradas e saídas de ar podem ser difíceis de alcançar, aumentando o tempo de manutenção. Uma fachada de dupla pele, naturalmente ventilada com ar externo, precisa de mais manutenção em comparação com uma fachada ventilada com ar interno, porque o ar externo é mais poluído com partículas de poeira. Nesse caso, é necessário um fácil acesso para manutenção. Além disso, as aberturas de ventilação precisam de manutenção e precisam ser duráveis.
Shameri, M. A.; Alghoul, M. A.; Sopian, K.; et al. (2011) Periódico: Renewable & sustainable energy reviews	
Objetivos	Resultados sobre manutenibilidade
Fornecer uma ampla visão geral da fachada de dupla pele para diferentes regiões e clima.	Em conclusão, a fachada dupla tem provado ser altamente útil e significativa no uso dos edifícios atuais. Uma desvantagem da fachada dupla é que ela é considerada mais cara que a tradicional fachada de vidro único. No entanto, é amplamente aceito por muitos especialistas que a fachada dupla pele (DSF) é mais econômica em longo prazo. Isso ocorre porque é mais durável quando comparado à fachada de vidro único. Além disso, oferece outros benefícios que não podem ser encontrados em fachada de vidro único. Uma delas é que a fachada dupla ajuda a criar um ambiente de escritório mais confortável e ecológico que, por sua vez, reduz ainda mais os custos de manutenção, pois economiza os recursos energéticos do edifício.
Moon, S.; Hong, D.; Kim, S.; Park, S (2012) Periódico: 2012 IEEE International conference on industrial technology (ICIT)	
Objetivos	Resultados sobre manutenibilidade
Testar o mecanismo de movimento, o transporte de materiais de manutenção e outros fatores tecnológicos do trabalho de manutenção de um sistema de manutenção operado por robôs em um protótipo de estrutura de 3 x 3 m.	Os robôs deslizam ao longo do trilho embutido incorporado na estrutura da fachada do prédio em direções horizontais. A unidade horizontal realiza os trabalhos de manutenção para cima e para baixo pela unidade vertical. O robô foi projetado para ser totalmente automático, diferente de outros tipos similares de sistemas de manutenção. Sua viabilidade foi verificada através de experimentos com tamanho reduzido e construção em escala de laboratório

Quadro 1 – Resumo dos estudos que envolvem a manutenibilidade de fachada-cortina. (conclusão)

Slaton, D. (2017) Periódico: Journal of Architectural Conservation	
Objetivos	Resultados sobre manutenibilidade
Examina uma variedade de componentes e sistemas modernos, dentre eles a fachada-cortina, em comparação com materiais tradicionais. Também procura informar o desenvolvimento de diretrizes conceituais para avaliação e reparo, restauração e conservação de materiais modernos.	Aborda a deterioração dos selantes nas juntas do perímetro, levando à infiltração de água na estrutura e à corrosão do aço (no caso das fachadas-cortinas construídas com esse material). A pressão exercida pela expansão do aço causava curvatura dos montantes de aço e fissuras no vidro. Eventualmente, é necessária a retirada do vidro para reparar o aço. No entanto, a manutenção contínua é essencial e pode ser necessário desmontar, reparar e remontar periodicamente. Outro exemplo de manutenção é o dos selantes de juntas, que devem ser substituídos em um período de tempo fixo (por exemplo, 10 anos) que é substancialmente mais curto que a vida útil de muitos materiais de construção mais antigos, como argamassa.
Lee, Y.; Kim, S.; Gil, M.; et al. (2018) Periódico: Automation in construction	
Objetivos	Resultados sobre manutenibilidade
Avaliar a eficiência de um sistema de controle proposto, dividido em três estágios (preparação, limpeza e retorno), e fazer uma comparação com os métodos de limpeza usuais de arranha-céus existentes.	Comparativamente ao trabalho humano, o robô reduziu o tempo de trabalho em cerca de 35% e o consumo de água em 64% e melhorou o desempenho de limpeza em cerca de 50%.
Chew, M. Y. L.; Conejos, S.; Azril, F. (2018) Periódico: Building research & information	
Objetivos	Resultados sobre manutenibilidade
Fortalecer a base de conhecimento sobre fachadas verticais de arranha-céus nos trópicos, levando à formulação de diretrizes de 'design for maintenanceability' baseadas em estudo de caso	Os autores definiram que os critérios de projeto que devem ser voltados para a manutenção devem ser estabelecidos com base nos parâmetros: custo do ciclo de vida, acesso para manutenção, medidas de segurança, (incluindo segurança contra incêndio), métodos adequados de construção e instalação. Além disso, propuseram diretrizes de manutenção para fachadas verdes de arranha-céus.
Hua, L.; Shen, J.; Chen, Y., Lan, Q.; Liu, J (2020) Periódico: Thin Solid Films 697	
Objetivos	Resultados sobre manutenibilidade
Avaliar a aplicação de um revestimento autolimpante na superfície dos vidros e seu comportamento quanto ao efeito de proteção e redução dos ciclos de manutenção para a construção.	A aplicação de revestimento - composto por duas camadas de silano desenvolvido para fachadas de vidro em que os ângulos de contato da água e do óleo da amostra revestida - indicaram propriedades hidrofóbicas e oleofóbicas que resultaram em um efeito de autolimpante. Esse revestimento pode fornecer excelente proteção às fachadas de vidro, reduzir os ciclos de manutenção de limpeza.

Fonte: Os autores.

Nos dados compilados no Quadro 1 tem-se que os autores consideram apenas as manutenções rotineiras, definidas na NBR 5674 (ABNT, 2012) como aquelas caracterizadas por um fluxo constante de serviços padronizados e cíclicos, como é o caso das ações de limpeza.

Os autores Moon *et al.* (2012), Lee *et al.* (2018) e Hua *et al.* (2020) trataram das manutenções rotineiras, pois focam nas ações de limpeza dos painéis de vidro por robôs ou com aplicação de produto sobre este, reduzindo o risco de fazê-las por pessoas. Waldner *et al.* (2007) também tratam da manutenção de limpeza da fachada dupla, pois a dificuldade em realizá-la pode levar a opalescência deste.

Parte disso é explicado por ser a manutenção rotineira aquela que mais vezes vai ser aplicada ao sistema de fachada. E com edifícios cada vez mais esbeltos, amplia-se a necessidade de substituir os métodos de limpeza convencionais, em que se empreguem mão de obra em balancins ou cadeirinhas, por metodologias automatizadas ou produtos inteligentes, pois além de reduzir o risco de acidentes também reduz o risco de impactos, além de outros danos à fachada durante a operação de manutenção.

Já a manutenção preventiva, definida também na NBR 5674 (ABNT, 2012), compõe-se por atividades cuja realização é programada com vistas a garantir a durabilidade esperada do sistema de fachada, elementos ou componentes em uso, indicando gravidade e urgência. Os relatórios de verificações periódicas sobre seu estado de degradação devem ser sistematizados e seus registros mantidos.

A manutenção preventiva foi abordada de forma superficial por Slaton (2017) que indicou a necessidade de substituição dos selantes e até do perfil metálico, caso ocorra corrosão. Esse assunto não é típico de gerar estudos, pois embora se saiba que os componentes irão sofrer degradação com o passar do tempo, não se sabe quando isso ocorrerá. No entanto, é importante ter clareza que montantes, travessas, juntas, fechos, escovas de vedação, gaxetas e puxador necessitarão deste tipo de manutenção ao longo da vida útil do edifício e, portanto, devem ser indicadas a periodicidade e ação a ser feita para garantir sua funcionalidade e durabilidade no manual de uso, operação e manutenção.

Chew, Conejos e Azril (2018) fizeram uma abordagem preventiva que abrange a etapa de manutenção desde a etapa de concepção, passando pela avaliação de ciclo de vida do sistema, elementos e componentes. Tratam também de considerar no projeto como se darão os acessos para a etapa de manutenção, de forma a facilitar o trabalho e reduzir os riscos.

Do ponto de vista das manutenções corretivas, que segundo a NBR 5674 (ABNT, 2012) exigem ação ou intervenção imediata para permitir a continuidade do uso do sistema, elemento ou componente, ou mesmo evitar graves riscos aos usuários, o maior risco na fachada-cortina é o rompimento do módulo de vidro ou mesmo da ruptura dos perfis metálicos, como abordado em parte por Newman (2004). O autor tratou de um ensaio, semelhante ao ensaio de corpo-mole indicado na NBR 15575-4 (ABNT, 2013b) que prevê como será o comportamento da fachada-cortina frente a um impacto de 50 kg.

Para Horner *et al.* (1997) há necessidade de definir uma estratégia de manutenção ideal porque nem todos os itens são significativos, nem todos os itens significativos podem ser monitorados, as técnicas de monitoramento de condições nem sempre

estão disponíveis e a aplicação de técnicas de monitoramento de condições nem sempre é econômica.

Do ponto de vista da manutenção corretiva não foram identificados textos que abordem como devem ser substituídos vidros, caso eles tenham sofrido ruptura, ou mesmo como agir na substituição do sistema de proteção passiva entre pavimentos caso sofra danos por acesso de água ou mesmo choques. Da mesma forma, os deslocamentos nas estruturas secundárias (travessas e montantes) que soltam, desencaixam, ou mesmo sofrem com corrosão devem ser tratados de forma corretiva para que se tenha alcance à vida útil projetada.

Assim, as operações de manutenção devem incluir atividades diárias necessárias para que os sistemas e equipamentos do edifício desempenhem as funções pretendidas, mas também devem ser encaradas como ações técnicas de médio e longo prazo que incluem também ações administrativas de exigência e arquivamento de registros para manter um ativo físico ou restaurar uma condição em que ele possa executar as funções necessárias.

Com a utilização das fachadas-cortinas em crescente nos grandes centros urbanos há necessidade de estudos mais aprofundados que englobe os conceitos de funcionalidade, manutenibilidade e durabilidade para que se tenham sistemas de vedação externa com o desempenho pretendido.

5 CONCLUSÕES

O estudo exploratório sobre a manutenibilidade das fachadas-cortinas apontou que a abordagem realizada no campo científico se enquadra, em sua maioria, na manutenção rotineira. Isso se deve porque esse tipo de manutenção é o tipo mais aplicado ao longo da vida do edifício.

No que tange às manutenções preventivas, campo para o qual as pesquisas devem caminhar futuramente já que o sistema deve desempenhar suas funções por um período de tempo planejado, há um vasto potencial a se discutir, pois se sabe que os componentes (insumos) sofrerão degradação ao longo de sua vida útil, então a especificação destes deve ocorrer de forma sistematizada em projeto, prevendo sua manutenção e até substituição, no caso de um acidente. Desta forma, são relevantes para a manutenção preventiva documentos que orientem não apenas como adquirir o insumo (especificações), mas também o esquema de montagem de forma a garantir desempenho similar ao que fora originalmente usado durante as ações de conservação.

Quanto às manutenções corretivas, as orientações devem seguir não apenas o plano de montagem de projeto, mas deve ir além, já que o sistema pode necessitar de reparo em uma parte específica do empreendimento e não na fachada inteira. Neste caso, a forma de fixação dos vidros, travessas e montantes à estrutura principal influencia em como deve ser feita a recuperação do sistema, sem danificar/comprometer as outras partes do edifício.

REFERÊNCIAS

Araujo, V. **Tecnologia de fachadas em alumínio e vidro: fachadas de alumínio, pele de vidro e structural glazing**. Alimídia, São Paulo, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674**: Manutenção de edificações – requisitos para gestão do sistema de manutenção. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 10821-1**: Esquadrias para edificações: esquadrias externas e internas – Terminologia. Rio de Janeiro, 2017.

_____. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais: desempenho – Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013a.

_____. **NBR 15575-4**: Edificações habitacionais: desempenho - Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro, 2013b.

Cardoso, S. S. **Tecnologia construtiva de fachada em chapas delgadas estruturadas em light steel framing**. Dissertação. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

Chew, M. Y. L.; Conejos, S.; Azril, F. **Design for maintainability of high-rise vertical green facades**. BUILDING RESEARCH & INFORMATION, 2018.

Horner, R.M.W.; El-Haram, M.A.; Munns, A.K. **Building maintenance strategy: a new management approach**. Journal of Quality in Maintenance Engineering, v. 3 n. 4, p. 273-280, 1997.

Hua, L.; Shen, J.; Chen, Y., Lan, Q.; Liu, J. **Wipe-on and durable self-cleaning coating for glass facade**. Thin Solid Films 697 (2020).

Lee, Y.; Kim, S.; Gil, M.; et al. **The study on the integrated control system for curtain wall building facade cleaning robot**. AUTOMATION IN CONSTRUCTION. v 94, p. 39-46, 2018.

Mcleod, Mary. Modernism. **Histories of Postwar Architecture**, [S.l.], nov. 2017. ISSN 2611-0075. Available at: <<https://hpa.unibo.it/article/view/7252>>. Date accessed: 13 apr. 2020. doi:<https://doi.org/10.6092/issn.2611-0075/7252>.

Moon, S.; Hong, D.; Kim, S.; Park, S. **Building wall maintenance Robot Based on Built-in Guide Rail**. In: 2012 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL TECHNOLOGY (ICIT), Athens, Greece, 2012.

Newman, C. J. **Evaluation of an impact standard for curtain walling**. In: PROCEEDINGS OF THE INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS-STRUCTURES AND BUILDINGS, England. **Proceedings...**, England, 2004. p. 333-341.

Rocha, A. C. **Análise comparativa de planejamento e custo de fachadas de edifício de múltiplos pavimentos com as tecnologias tradicional e com chapas delgadas estruturadas em light steel framing**. Dissertação. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

Shameri, M. A.; Alghoul, M. A.; Sopian, K.; et al. **Perspectives of double skin facade systems in buildings and energy saving**. In: RENEWABLE & SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS, v. 15, 3ª. ed, p. 1468-1475, 2011.

Slaton, D. **Challenges of modern materials: assessment and repair**. Journal of Architectural Conservation, VOL. 23, NOS. 1, 2017. P. 47-61

Vedovello, C. **Gestão de projetos de fachadas**. Dissertação. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

Waldner, R.; Sabrina Prieus, G. F.; Erhorn-Kluttig, H.; Farou, I.; Duarte, R.; Blomqvist, C.; Kiossefidi, N.; Geysels, D.; Bassam Moujalled, G. G. **Best Practice for Double Skin Façades**. Editora: Åke Blomsterberg, Energy and Building Design, University of Lund, 2007.